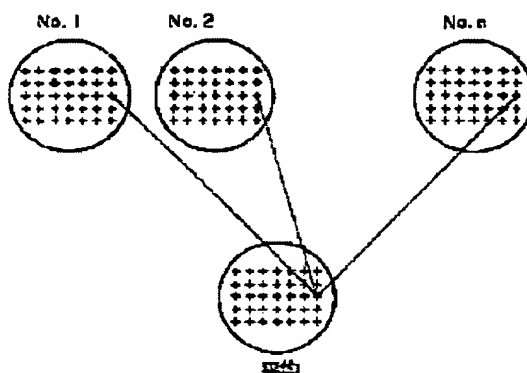


**METHOD FOR EVALUATING FLATNESS OF SUBSTRATE HOLDER OF PROJECTION ALIGNER****Publication number:** JP11233430**Publication date:** 1999-08-27**Inventor:** KANEKO KENICHIRO**Applicant:** NIPPON KOGAKU KK**Classification:****- international:** G03F7/20; G03F7/22; H01L21/027; G03F7/20;  
G03F7/22; H01L21/02; (IPC1-7): H01L21/027;  
G03F7/20; G03F7/22**- European:****Application number:** JP19980048787 19980213**Priority number(s):** JP19980048787 19980213

Report a data error here

**Abstract of JP11233430**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To realize a method for evaluating the flatness of a substrate holder, which is less influenced by an error component of a wafer itself, and which takes the levelling function of an aligner into consideration. **SOLUTION:** A method for evaluating the flatness of a substrate holder of a projection aligner is adapted for transferring a pattern image formed on a mask onto a wafer set on the substrate holder through a projection optical system. While a plurality of wafers No. 1-n are sequentially replaced, Z-position information is measured at a plurality of measuring points on the surfaces thereof. The flatness is evaluated from the difference between the maximum average value and the minimum average value of the X-position information at the measuring points corresponding to each other. An error component of the flatness or the like of the wafer itself is eliminated by the averaging effect. Also, Z-position information is measured at a plurality of measuring points on the wafer surface and an average plane is found on the basis of the Z-position information. Using the average plane as a reference, the flatness of the substrate holder is evaluated. A component to be eliminated by a levelling function at the time of actual exposure processing is eliminated, thus enabling evaluation more in conformity to the reality.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

Docket # 02002.0978

Applic. # 10/717,413

Applicant: Schedel et al.

Lerner Greenberg Sterner LLP  
Post Office Box 2480  
Hollywood, FL 33022-2480  
Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-233430

(43)公開日 平成11年(1999)8月27日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup> 識別記号

H 0 1 L 21/027

G 0 3 F 7/20

7/22

5 2 1

F I

H 0 1 L 21/30

C 0 3 F 7/20

7/22

H 0 1 L 21/30

5 2 6 B

5 2 1

H

5 0 3 D

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平10-48787

(22)出願日 平成10年(1998)2月13日

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 金子 謙一郎

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

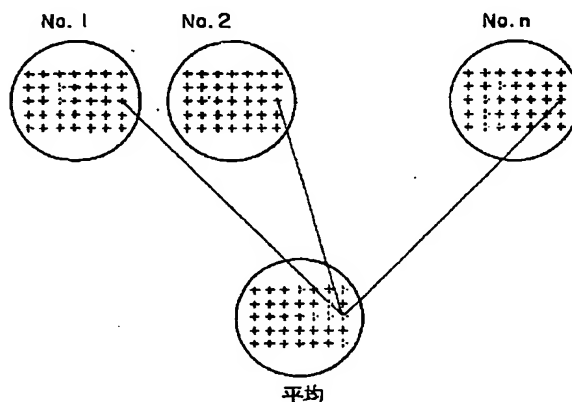
(74)代理人 弁理士 前田 均 (外1名)

(54)【発明の名称】 投影露光装置の基板ホルダの平坦度評価方法

(57)【要約】

【課題】 ウエハ自体の誤差成分の影響が少なく、露光装置のレベリング機能をも考慮した基板ホルダの平坦度評価方法を提供することである。

【解決手段】 マスクに形成されたパターン像を基板ホルダに載置したウエハ上に投影光学系を介して転写する投影露光装置の基板ホルダの平坦度評価方法である。複数枚のウエハNo. 1～nを順次交換しつつ、その表面の複数の測定点でZ位置情報を測定して、互いに対応する測定点のZ位置情報の平均値の最大と最小の差により平坦度を評価する。ウエハ自体の平坦度等の誤差成分が平均化効果によって除去される。また、ウエハ表面の複数の測定点でZ位置情報を測定して、これらに基づき平均面を求め、この平均面を基準として基板ホルダの平坦度を評価する。実際の露光処理時にレベリング機能により除去される成分が除去され、より現実的に即した評価を行うことができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 マスクに形成されたパターン像を基板ホルダに載置した感光基板上に投影光学系を介して転写する投影露光装置の該基板ホルダの平坦度評価方法であって、

前記基板ホルダに複数の感光基板を順次載置し、それぞれの感光基板について、複数の測定点で該感光基板の表面の前記投影光学系の光軸方向の位置情報を測定して第1データとし、

該感光基板間で互いに対応する測定点についての第1データの平均値を求めて第2データとし、該第2データに基づいて前記基板ホルダの平坦度を評価することを特徴とする平坦度評価方法。

【請求項2】 前記第2データの最大値と最小値の差により前記基板ホルダの平坦度を評価することを特徴とする請求項1に記載の基板ホルダの平坦度評価方法。

【請求項3】 マスクに形成されたパターン像を基板ホルダに載置した感光基板上に投影光学系を介して転写する投影露光装置の該基板ホルダの平坦度評価方法であって、

前記基板ホルダに感光基板を載置し、複数の測定点で該感光基板の表面の前記投影光学系の光軸方向の位置情報を測定し、

該位置情報に基づき前記基板ホルダ上の前記感光基板表面の平均面を求め、該平均面を基準として前記位置情報に基づき前記基板ホルダの平坦度を評価することを特徴とする平坦度評価方法。

【請求項4】 前記位置情報の前記平均面に対するずれをそれぞれ求め、該求められたずれの最大値と最小値の差により前記基板ホルダの平坦度を評価することを特徴とする請求項3に記載の基板ホルダの平坦度評価方法。

【請求項5】 前記平均面は、前記位置情報に基づき最小二乗近似法により求めることを特徴とする請求項3に記載の基板ホルダの平坦度評価方法。

【請求項6】 前記感光基板上の複数のショット領域の各々について前記平均面を求め、前記感光基板上のショット領域に対応させて、前記基板ホルダの平坦度を評価することを特徴とする請求項3に記載の基板ホルダの平坦度評価方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体集積回路、薄膜磁気ヘッド、液晶表示素子等のマイクロデバイスの製造に使用される投影露光装置に装備され、露光対象としての感光基板を載置する基板ホルダの平坦度評価方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】半導体デバイスの製造工程の一つであるフォトリソグラフィ工程においては、マスク又はレチクルに形成されているパターンをフォトレジストが塗布

されたウエハ（感光基板）上に転写するための露光装置として、マスクパターンをウエハ上のショット領域に縮小投影する投影露光装置（ステッパー）が多く用いられている。

【0003】ステッパーとしては、マスクパターンをウエハ上のショット領域に一括露光し、順次ウエハを移動して他のショット領域に対して一括露光を繰り返すステップ・アンド・リピート方式のもの、あるいは最近では露光範囲の拡大や露光性能の向上等の観点から、マスクとウエハとを同期移動して、矩形その他の形状のスリット光で走査・照明してウエハ上のショット領域に逐次露光し、順次ウエハを移動して他のショット領域に対して走査・露光を繰り返すステップ・アンド・スキャン方式のものも開発され、実用に供されるようになってきている。

【0004】この種の投影露光装置においては、露光対象としてのウエハは、XYステージ上に固定された基板ホルダ（ウエハホルダ）に負圧吸着等により保持される。ウエハはレベリング機能により、露光すべきウエハの全体又はショット領域の表面が投影光学系の光軸になるべく直交するようにレベリングされた上で、露光処理が実施されるようになってきている。このようにレベリングを行うのは、露光部分の全体がなるべくベストフォーカスとなるようにするためである。

【0005】ところで、基板ホルダのウエハ載置面に凹凸があると、吸着されたウエハが該ウエハ載置面に沿って変形し、これによりウエハ表面に凹凸を生じ、露光精度に悪影響を及ぼすため、ウエハの載置面はなるべく平坦であることが必要であり、投影露光装置の精度評価の一つの項目として、基板ホルダ（ウエハ載置面）の平坦度がある。

【0006】従来の基板ホルダの平坦度の評価は、以下のように行われている。即ち、基板ホルダにウエハを吸着保持させた状態で、露光装置に付属する斜入射方式の焦点検出装置を用いて、XYステージをX及びY方向に所定のピッチでステップ移動させつつ、ウエハ表面のZ軸方向（投影光学系の光軸方向）の位置情報を順次測定する。

【0007】そして、測定されたこれらの位置情報のうちの最大値と最小値の差を求め、この値により基板ホルダの平坦度を評価している。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来の平坦度評価方法では、基板ホルダにウエハを吸着保持させた状態でウエハ表面上の複数点におけるZ軸方向の位置情報を前記焦点検出装置で測定して、その最大値と最小値の差により平坦度を評価するものであるから、必然的にウエハ自体の表面の平坦度や両面の平行度等の誤差を含んだ測定結果を用いての評価となり、正確性に欠ける場合があった。

【0009】また、露光装置はレベリング機能を有して

いるのが通常であり、実際の露光処理時には、ウエハ全体をあるいは各ショット領域毎にその表面がZ軸に対して直交するようにレベリング補正（チルト補正）がされた上で露光処理が実施されるが、従来の基板ホルダの平坦度評価方法ではレベリング補正を全く考慮せず、実際の露光時にはレベリング機能により除去される成分をも含んだ評価方法となっており、かかる点を考慮した評価方法とした方が、より現実に即した評価を行うことができると考えられる。

【0010】本発明は、このような従来技術の問題点を鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、ウエハ自体の誤差成分の影響の少ない基板ホルダの平坦度評価方法を提供することである。また、本発明の他の目的は、露光装置のレベリング機能をも考慮した基板ホルダの平坦度評価方法を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】1. 上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明は、マスクに形成されたパターン像を基板ホルダに載置した感光基板上に投影光学系を介して転写する投影露光装置の該基板ホルダの平坦度評価方法であって、前記基板ホルダに複数の感光基板を順次載置し、それぞれの感光基板について、複数の測定点で該感光基板の表面の前記投影光学系の光軸方向の位置情報を測定して第1データとし、該感光基板間で互に対応する測定点についての第1データの平均値を求めて第2データとし、該第2データに基づいて前記基板ホルダの平坦度を評価することを特徴とする。

【0012】この場合において、請求項2に記載のように、前記第2データの最大値と最小値の差により前記基板ホルダの平坦度を評価することができる。

【0013】本発明の基板ホルダの平坦度評価方法によると、複数枚の感光基板を順次交換しつつ前記位置情報を計測して、互に対応する測定点の位置情報の平均値により平坦度を評価するようにしたから、感光基板自体の平坦度等の誤差成分が平均化効果によって低減され、従って、感光基板自体の誤差成分の影響を少なくすることができ、正確性を向上することができる。

【0014】2. 上記他の目的を達成するため、請求項3に記載の発明は、マスクに形成されたパターン像を基板ホルダに載置した感光基板上に投影光学系を介して転写する投影露光装置の該基板ホルダの平坦度評価方法であって、前記基板ホルダに感光基板を載置し、複数の測定点で該感光基板の表面の前記投影光学系の光軸方向の位置情報を測定し、該位置情報に基づき前記基板ホルダ上の前記感光基板表面の平均面を求め、該平均面を基準として前記位置情報に基づき前記基板ホルダの平坦度を評価することを特徴とする。

【0015】この場合において、請求項4に記載のように、前記位置情報の前記平均面に対するずれをそれぞれ求め、該求められたずれの最大値と最小値の差により前

記基板ホルダの平坦度を評価することができる。また、請求項5に記載のように、前記平均面は、前記位置情報に基づき最小二乗近似法により求めることができる。

【0016】さらに、請求項6に記載のように、前記感光基板上の複数のショット領域の各々について前記平均面を求め、前記感光基板上のショット領域に対応させて、前記基板ホルダの平坦度を評価することができる。

【0017】本発明の基板ホルダの平坦度評価方法によると、感光基板表面の複数の測定点で前記位置情報を計測して、これらに基づき平均面を求め、この平均面を基準として基板ホルダの平坦度を評価するようにしており、実際の露光処理時におけるレベリング機能により達成される傾斜成分の補正は、通常は、その平均面が投影光学系の光軸に直交するように行われるから、このようにすることにより、実際の露光時にレベリング機能により除去される成分が除去され、より現実に即した評価を行うことができる。

【0018】なお、かかる平均面の算出を、請求項6に記載のように、ショット領域毎に行い、ショット領域毎に平坦度を評価することにより、感光基板のレベリング補正は各ショット領域毎に行われることがあるので、かかる場合にさらに現実に即した評価を行うことができる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

【0020】図1には、本発明の基板ホルダの平坦度評価方法が適用される投影露光装置の概略構成が示されている。この投影露光装置10は、感光基板としてのウエハWが搭載されるウエハステージ12、このウエハステージ12の上方に配置された投影光学系PL、この投影光学系PLの上方に配置されて不図示のレチクルホルダに保持されたパターン原版としてのレチクルR、このレチクルRを露光光により照明する照明系14、及び装置全体を統括的に制御する主制御装置16等を備えている。

【0021】ウエハステージ12は、不図示のベース上をY軸方向（図1における紙面直交方向）に移動するYステージ18Yと、このYステージ18Y上をY軸に直交するX軸方向（図1における紙面左右方向）に移動するXステージ18Xとから成る第1ステージとしてのXYステージ18と、XYステージ18上に搭載され、XY平面に直交するZ軸方向（投影光学系PLの光軸方向）に微動可能で且つXY平面内で2軸回りに微少回転可能な試料台20とを備えている。これらYステージ18Y、Xステージ18X及び試料台20は、駆動部22によってそれぞれの移動方向に駆動されるようになってい

る。【0022】ここで、Yステージ18Y、Xステージ18Xとしてはリニアモータが使用されている。また、試

11/11/11

料台20は、Z軸方向の並進1自由度とXY平面内の傾きの2自由度を位置決めする3自由度の駆動機構を介して駆動されるようになっており、この駆動機構と試料台20とによってウエハWの表面の全体又は一部をZ軸に対して直交するようにレベリングするレベリング機能が実現される。なお、この駆動機構は、試料台20をZ軸方向に変位させる複数のアクチュエータ及び試料台20の変位を計測する複数の位置センサを有しており、駆動部22は試料台20をレベリングする際に、これらの位置センサの計測値を参照しながらアクチュエータを作動させる。

【0023】前記試料台20上には、移動鏡24が固定されており、この移動鏡24に対向して当該移動鏡24に測長ビーム（レーザビーム）を投射してその反射光により試料台20の位置を計測する位置計測手段としてのレーザ干渉計26が配置されている。なお、実際には、試料台20上にはX軸に直交する反射面を有するX移動鏡とY軸に直交する反射面を有するY移動鏡とが設けられ、これらに対応してレーザ干渉計もX軸位置計測用のX軸レーザ干渉計とY軸位置計測用のY軸レーザ干渉計とが設けられているが、図1ではこれらが代表的に移動鏡24、レーザ干渉計26として図示されている。従って、以下の説明では、レーザ干渉計26によって移動鏡24を介して試料台20のXY2次元座標位置が高精度、例えば0.01 $\mu$ m以下の分解能で計測されるものとする。このレーザ干渉計26の計測値は主制御装置16に供給されている。

【0024】また、試料台20上には、基板ホルダ28が載置される。この基板ホルダ28は不図示のパキューム式のチャックを有する載置面を備えており、この基板ホルダ28上に感光基板としてのウエハWが吸着保持される。

【0025】前記照明系14は、光源としての水銀ランプ30a、楕円鏡30b、ミラーM1、M2、M3、M4、シャッタ30c、ブラインド30d、及びコンデンサレンズ30e等を含んで構成されている。ここでこの照明系14の構成各部の作用を簡単に説明すると、水銀ランプ30aで発生した照明光は、楕円鏡30bによりその第2焦点近傍に集光され、不図示の波長選択素子等を介して露光波長である例えば364nmのi線のみが取り出され、ミラーM1で反射されてシャッタ30cに至る。ここで、シャッタ30cが開状態であるとの照明光（露光光）はミラーM2、及び不図示のフライアイレンズ等から成る照度均一化光学系を介してブラインド30dに至り、このブラインドを透過した照明光はミラーM3、不図示のリレーレンズ系、コンデンサレンズ30e及びミラーM4を介してレチクルRに照射される。この場合、不図示の照度均一化光学系の作用によってレチクル面は均一な照度で照明される。なお、ブラインド30dはレチクルRのパターン形成面と共役な位置に配

置されており、このブラインド30dの開口部の形状によってレチクルRの照明領域の形状が規定される。

【0026】レチクルRは、不図示のレチクルホルダに保持されており、このレチクルRは不図示の調整装置によりXY平面内でその位置が調整可能な構造となっている。このレチクルRの下面には、不図示の回路パターンが描画されているが、このパターン形成面は、前述したウエハW表面と光学的にほぼ共役になっている。

【0027】前記投影光学系PLは、その光軸方向がZ軸方向に一致する状態で不図示の本体コラムに保持されている。この投影光学系PLとしては、ここでは、両側テレセントリックで所定の縮小倍率 $\beta$ （ $\beta$ は例えば1/4又は1/5）を有するものが使用されている。このため、レチクルRとウエハWの位置合わせが行われた状態で、照明系14からの照明光によりレチクルRが照明されると、レチクルのパターンの縮小像が投影光学系PLを介して表面にフォトリソが塗布されたウエハW上に投影露光されるようになっている。

【0028】また、投影光学系PLの側方には、送光部32と受光部34とから成るいわゆる斜入射方式の焦点検出系が設けられており、この焦点検出系32、34によってウエハW表面の光軸方向位置（すなわち焦点ずれ量）が計測されるようになっている。この焦点検出系32、34の検出信号が主制御装置16に供給されるようになっている。

【0029】なお、図示は省略するが、この露光装置は、ウエハ収納装置、ウエハ搬入装置及びウエハ搬出装置を備えており、ウエハ収納装置に収納されている複数のウエハWは、ウエハ搬入装置によりウエハステージ12の近傍の位置まで搬送され、該ウエハ搬送装置の搬入アームにより基板ホルダ28の吸着位置に搬入され、基板ホルダ28により吸着保持される。処理が終了したウエハWは、該基板ホルダ28による吸着が解除された後、ウエハ搬出装置の搬出アームにより該吸着位置から搬出されるようになっている。これらは自動的に順次行われるようになっている。

【0030】前記主制御装置16は、CPU（中央処理装置）、ROM（リード・オンリ・メモリ）、RAM（ランダム・アクセス・メモリ）、ハードディスク等の記憶装置36等を含むマイクロコンピュータ（又はミニコンピュータ）から構成され、レーザ干渉計26の計測値をモニタしつつXYステージ18の位置制御を行なう他、露光制御等の機能を有する。主制御装置16は、実際の露光処理時には、焦点検出系32、34による計測値に基づき、露光処理を実施すべきウエハWの全体、あるいはショット領域の表面がZ軸に対して直交するように試料台20の駆動機構を駆動制御することによりレベリングした上で露光処理を行う。

【0031】また、主制御装置16は、以下のような基板ホルダの平坦度評価機能を有している。基板ホルダの

平坦度の測定及びその評価は、投影露光装置の組立完了時又は組立中に行われ、平坦度がレベリング機能の動作限界等を考慮して予め決められた所定範囲内にある場合にはこの平坦度をもって仕様書等に表示する数値とし、該所定範囲内でない場合には、基板ホルダの手直しや交換が行われる。

【0032】第1実施形態（複数ウエハの平均）  
記憶装置36内には、Z軸方向の位置情報であるZ位置情報の測定を実施すべき複数の測定点についてのXY座標位置を示すXY位置情報が予め指定され、記憶されている。これらの測定点は、任意に入力指定しても良いが、例えば、開始点、終了点、X方向ピッチ、Y方向のピッチを入力することにより指定することができる。

【0033】本実施形態の平坦度評価機能を作動させる前準備として、ウエハ収納装置に複数（n枚）のウエハWを収納しておく。このウエハWは基板ホルダ28の平坦度を求めるために使用するものであり、通常のウエハでも良いが、平坦度や平行度等が良好となるように特別に製造され、あるいは製造されたものの中からその平坦度等が良好であるものを選択して使用するのが好ましい。

【0034】この平坦度評価機能を作動されると、ウエハ収納装置に収納されたウエハWがウエハ搬入装置により順次搬送され、第1枚目のウエハWが基板ホルダ28に吸着保持される。その後、レーザ干渉計26の計測値をモニタしつつ、XYステージ18を駆動部22を介してXY2次元方向に移動して、記憶装置36に記憶された測定点の第1点目が焦点検出系32、34による検出位置に設定されるようにウエハWを位置決めする。ここで、焦点検出系32、34により該測定点における基準面（XY面）からのZ軸方向の値であるZ位置情報を測定し、該XY位置情報と関連付けて記憶装置36に記憶する。次いで、第2点目、第3点目というように同様にZ位置情報を測定し、最終点まで繰り返す。これにより、第1枚目のウエハWについてのZ位置情報の測定を終了する。

【0035】測定が終了したならば、第1枚目のウエハWをウエハ搬出装置により搬出するとともに、ウエハ搬入装置により第2枚目のウエハWを搬入して基板ホルダ28に吸着させ、同様に複数の測定点におけるZ位置情報を測定する。以下同様に全てのウエハWについて、複数の測定点におけるZ位置情報の測定を行い記憶装置36に記憶させる。

【0036】全てのウエハWについての測定が終了したならば、以下のようにして、基板ホルダ28の平坦度を評価する。図2に概念的に示すように、各ウエハ（NO. 1～NO. n）についての対応する測定点（XY位置情報が同一の測定点）におけるZ位置情報の平均値（単純平均）を算出し、その最大値と最小値の差を算出して、この値に基づき基板ホルダ28の平坦度を評価す

る。すなわち、この値がレベリング機能の動作限界等を考慮して予め決められた所定範囲内にある場合にはOKと判定し、該所定範囲内でない場合にはNGと判定し、その旨等をディスプレイやプリンタ等に出力する。NGと判定された場合には、基板ホルダの手直しや交換が行われる。

【0037】本実施形態の基板ホルダの平坦度評価方法によると、複数枚のウエハWを順次交換しつつ複数の測定点におけるZ軸方向の位置情報を測定して、互いに対応する測定点におけるZ位置情報の平均値により平坦度を評価するようにしたから、ウエハ自体の平坦度や平行度等の誤差成分が平均化効果によって低減され、従って、ウエハ自体の誤差成分の影響を少なくすることができ、評価の正確性を向上することができる。

【0038】なお、測定を実施するウエハWの枚数は特に限定されないが、例えば、10枚とすることができる。

【0039】第2実施形態（傾斜成分の除去）  
記憶装置36内には、Z軸方向の位置情報であるZ位置情報の測定を実施すべき複数の測定点についてのXY座標位置を示すXY位置情報が予め指定され、記憶されている。これらの測定点は、任意に入力指定しても良いが、例えば、開始点、終了点、X方向ピッチ、Y方向のピッチを入力することにより指定することができる。

【0040】本実施形態の平坦度評価機能を作動させる前準備として、ウエハ収納装置に少なくとも1枚のウエハWを収納しておく。このウエハWは基板ホルダ28の平坦度を求めるために使用するものであり、通常のウエハでも良いが、平坦度や平行度等が良好となるように特別に製造され、あるいは製造されたものの中からその平坦度等が良好であるものを選択して使用するのが好ましい。

【0041】この平坦度評価機能を作動されると、ウエハ収納装置に収納されたウエハWがウエハ搬入装置により搬送され、ウエハWが基板ホルダ28に吸着保持される。その後、レーザ干渉計26の計測値をモニタしつつ、XYステージ18を駆動部22を介してXY2次元方向に移動して、記憶装置36に記憶された測定点の第1点目が焦点検出系32、34による検出位置に設定されるようにウエハWを位置決めする。ここで、焦点検出系32、34により該測定点における基準面からのZ軸方向の値であるZ位置情報を測定し、該XY位置情報と関連付けて記憶装置36に記憶する。次いで、第2点目、第3点目というように同様にZ位置情報を測定し、最終点まで繰り返す。これにより、ウエハWについてのZ位置情報の測定を終了する。

【0042】測定が終了したならば、これらの測定点の位置情報（XY位置情報及びZ位置情報）に基づき、平均面を算出する。平均面の算出方法は特に限定はされないが、例えば、それぞれの点からの誤差が最小となるよ



うに最小二乗近似法により求めることができる。

【0043】次いで、各測定点におけるZ位置情報を、算出した平均面をxy平面とし、これに直交する方向をz方向とする座標系に座標変換し、座標変換した各測定点におけるZ位置情報(平均面からのずれ)の最大値と最小値の差を算出して、この値に基づき基板ホルダ28の平坦度を評価する。すなわち、この値がレベリング機能の動作限界等を考慮して予め決められた所定範囲内にある場合にはOKと判定し、該所定範囲内にない場合にはNGと判定し、その旨等をディスプレイやプリンタ等に出力する。NGと判定された場合には、基板ホルダの手直しや交換が行われる。

【0044】ここで、図3に測定結果の一例を示す。同図において、F1～F9は各測定点におけるZ位置情報であり、XYは基準面(投影光学系PLの光軸に直交する面)を示し、xyは最小二乗近似法を用いて計算により求めた平均面を示している。この場合における基板ホルダの平坦度は、従来技術では、基準面(XY面)を基準としてZ位置情報の最大値と最小値の差、すなわち符号Dで示される値により評価していた。これに対して、本実施形態では、平均面(xy面)を基準としてZ位置情報(座標変換後の値)の最大値と最小値の差、すなわち符号dで示される値により評価する。

【0045】この基板ホルダの平坦度評価方法によると、ウエハ表面の複数の測定点でZ軸方向の位置情報を測定して、これらの位置情報に基づき平均面を求め、この平均面を基準として基板ホルダの平坦度を評価するようにしている。ここで、実際の露光処理時におけるレベリング機能により達成される傾斜成分の補正は、通常は、その平均面が投影光学系の光軸に直交するように行われるから、このようにすることにより、実際の露光時にレベリング機能により除去されることになる傾斜成分が除去されることになり、より現実的に即した評価を行うことができる。

【0046】なお、上記の第2実施形態の説明においては、1枚のウエハWの全体について、平均面を算出して上記所定の評価を行うようにしているが、実際の露光処理時におけるレベリングをショット領域毎に行う場合には、上記の方法に加えて、図4に示すように、ウエハ上の複数のショット領域Sの各々について、9(3×3)点の測定点(F1～F9)におけるZ軸方向の位置情報の測定を行い、各ショット領域について、最小二乗近似法等により平均面を求め、各ショット領域毎の平均面からのずれの最大値と最小値の差により平坦度を評価することができる。このようにすることにより、さらに現実的に即した評価を行うことができる。各ショット領域についての測定点の数は、9点にする必要は必ずしもなく、3点以上であればよい。また、各ショット領域のそれぞれについて9点の測定を行う必要はなく、所定のピッチでマトリックス状に測定を行い、そこから各ショット領域

に対応する複数の測定点を抽出して同様に処理することができる。

【0047】第3実施形態(複数ウエハの平均及び傾斜成分の除去)

記憶装置36内には、Z軸方向の位置情報であるZ位置情報の測定を実施すべき複数の測定点についてのXY座標位置を示すXY位置情報が予め指定され、記憶されている。これらの測定点は、任意に入力指定しても良いが、例えば、開始点、終了点、X方向ピッチ、Y方向のピッチを入力することにより指定することができる。

【0048】本実施形態の平坦度評価機能を作動させる前準備として、ウエハ収納装置に複数(n枚)のウエハWを収納しておく。このウエハWは基板ホルダ28の平坦度を求めるために使用するものであり、通常のウエハでも良いが、平坦度や平行度等が良好となるように特別に製造され、あるいは製造されたものの中からその平坦度等が良好であるものを選択して使用するのが好ましい。

【0049】この平坦度測定評価機能が作動されると、ウエハ収納装置に収納されたウエハWがウエハ搬入装置により順次搬送され、第1枚目のウエハWが基板ホルダ28に吸着保持される。その後、レーザ干渉計26の計測値をモニタしつつ、XYステージ18を駆動部22を介してXY2次元方向に移動して、記憶装置36に記憶された測定点の第1点目が焦点検出系32、34による検出位置に設定されるようにウエハWを位置決めする。ここで、焦点検出系32、34により該測定点における基準面からのZ軸方向の値であるZ位置情報を測定し、該XY位置情報と関連付けて記憶装置36に記憶する。次いで、第2点目、第3点目というように同様にZ位置情報を測定し、最終点まで繰り返す。これにより、第1枚目のウエハWについてのZ位置情報の測定を終了する。

【0050】測定が終了したならば、第1枚目のウエハWをウエハ搬出装置により搬出するとともに、ウエハ搬入装置により第2枚目のウエハWを搬入して基板ホルダ28に吸着させ、同様に複数の測定点におけるZ位置情報を測定する。以下同様に全てのウエハWについて、複数の測定点におけるZ位置情報の測定を行い記憶装置36に記憶させる。

【0051】全てのウエハWについての測定が終了したならば、以下のようにして、基板ホルダ28の平坦度を評価する。各ウエハについての対応する測定点(XY位置情報が同一の測定点)におけるZ位置情報の平均値(単純平均)を算出する。

【0052】その後、平均されたZ位置情報及びXY位置情報に基づき、平均面を算出する。平均面の算出方法は特に限定はされないが、例えば、それぞれの点からの誤差が最小となるように最小二乗近似法により求めることができる。

【0053】次いで、各測定点におけるZ位置情報を、算出した平均面をxy平面とし、これに直交する方向をz方向とする座標系に座標変換し、座標変換した各測定点におけるZ位置情報（平均面からのずれ）の最大値と最小値の差を算出して、この値に基づき基板ホルダの平坦度を評価する。すなわち、この値がレベルング機能の動作限界等を考慮して予め決められた所定範囲内にある場合にはOKと判定し、該所定範囲内にはない場合にはNGと判定し、その旨等をディスプレイやプリンタ等に出力する。NGと判定された場合には、基板ホルダの手直しや交換が行われる。

【0054】本実施形態の基板ホルダの平坦度評価方法によると、複数枚のウエハWを順次交換しつつ複数の測定点におけるZ軸方向の位置情報を計測して、互いに対応する測定点におけるZ位置情報の平均値を求め、さらに、これらの平均されたZ位置情報を含む位置情報に基づき平均面を求め、この平均面を基準として基板ホルダの平坦度を評価するようにしている。従って、上述した第1実施形態と第2実施形態のそれぞれの平坦度評価機能の利点を併有した評価を行うことができる。

【0055】なお、以上説明した実施形態は、本発明の理解を容易にするために記載されたものであって、本発明を限定するために記載されたものではない。したがって、上記の実施形態に開示された各要素は、本発明の技術的範囲に属する全ての設計変更や均等物をも含む趣旨である。

【0056】

【発明の効果】本発明は以上詳述したように構成したか

ら、感光基板自体の誤差成分の影響の少ない基板ホルダの平坦度評価方法が提供されるという効果を奏する。また、露光装置のレベルング機能をも考慮した基板ホルダの平坦度評価方法が提供されるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態の投影露光装置の全体の概略構成を示す図である。

【図2】 本発明の第1実施形態の平坦度評価機能（複数ウエハの平均）を説明するための図である。

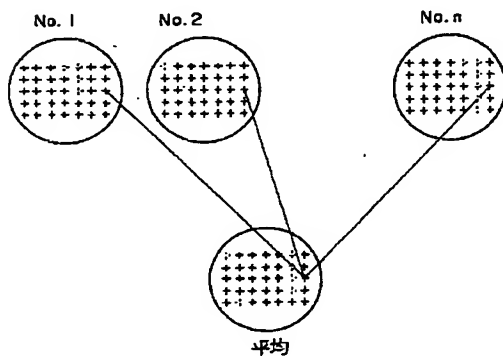
【図3】 本発明の第2実施形態の平坦度評価機能（傾斜成分の除去）を説明するための図である。

【図4】 本発明の第2実施形態の平坦度評価機能の一部を改良した例を説明するための図である。

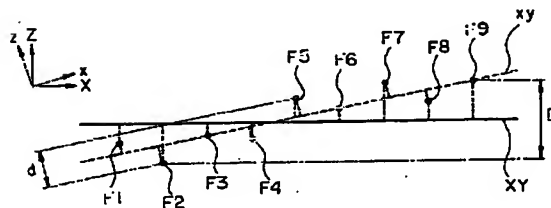
【符号の説明】

- 10…投影露光装置
- 16…主制御装置
- 18…XYステージ
- 20…試料台
- 22…駆動部
- 26…レーザ干渉計
- 28…基板ホルダ
- 36…記憶装置
- R…レチクル
- PL…投影光学系
- W…ウエハ
- XY…基準面
- xy…平均面

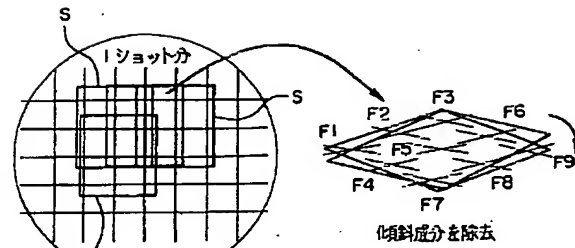
【図2】



【図3】



【図4】



Docket # 93002, 0978

Applic. # 10/717, 413

Applicant: Schweidel et al.

Lerner Greenberg Steiner LLP  
Post Office Box 2480  
Hollywood, FL 33022-2480  
Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101